



2152 *0460*  
*ost/rofo*  
Atty. Dkt. No. 043034-0167

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Hirokazu TAKATAMA, et al.  
Title: LOAD DISTRIBUTION FAILURE RECOVERY SYSTEM AND METHOD  
Appl. No.: 09/833,042  
Filing Date: 04/12/2001  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

RECEIVED  
JUN 21 2001  
Technology Center 2100

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2000-112150 filed April 13, 2000.

Respectfully submitted,

Date May 29, 2001

FOLEY & LARDNER  
Washington Harbour  
3000 K Street, N.W., Suite 500  
Washington, D.C. 20007-5109  
Telephone: (202) 672-5407  
Facsimile: (202) 672-5399

By *David A. Blumenthal*  
*for* David A. Blumenthal *Reg # 41,398*  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,257

F05-5350S  
Takafuma  
42034-167



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-112150

出 願 人

Applicant (s):

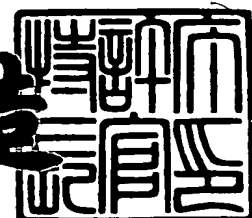
日本電気株式会社

RECEIVED  
JUN 21 2001  
Technology Center 2100

2001年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3000233

【書類名】 特許願  
【整理番号】 33509757  
【提出日】 平成12年 4月13日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04L 12/24  
G06F 13/00  
H04J 3/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内  
【氏名】 高玉 広和

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内  
【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000004237  
【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080816  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 加藤 朝道  
【電話番号】 045-476-1131

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030362  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9304371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分散型障害回復装置及びシステムと方法並びに記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノード間で交換するリンク状態情報に基づき、コネクション設定用の経路計算を行うコネクションオリエンティッド(Connection oriented)網において、通信中のコネクションに関して、障害通知情報を受信すると、各ノードが自律的に、自ノードの保持するリンク状態データベースを参照することで、障害復旧用コネクションの経路を動的に計算し、障害により切断されたコネクションを再接続する分散型障害回復装置において、

通常時に設定されるコネクションの経路として、複数の経路候補の中から相対的に負荷が小さな経路を、相対的に高い確率で選択する負荷分散経路計算手段を備える、ことを特徴とする分散型障害回復装置。

【請求項 2】

障害により切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路として、複数の経路候補の中から相対的に負荷が小さな経路を、相対的に高い確率で選択する負荷分散復旧経路計算手段を備える、ことを特徴とする請求項 1 記載の分散型障害回復装置。

【請求項 3】

端末からのコネクション要求メッセージを受信するコネクション設定要求処理手段と、

ネットワークの構成およびリンク資源の使用状況を示すリンク状態情報を格納するリンク状態データベースと、

前記リンク状態データベースの内容を更新するリンク状態データベース更新手段と、

前記リンク状態データベースを参照しながら、通信する可能性のある終点ノードに対して、複数の経路候補を計算する経路候補計算手段と、

前記経路候補計算手段によって得られた経路候補の情報を格納する経路候補データベースと、

前記経路候補データベースに格納された経路候補から、要求された終点ノードまでの経路候補を検索し、前記経路候補の通信品質を検査する経路品質検査手段と、

前記経路品質検査手段によって通信品質を検査した経路候補から、使用可能帯域、遅延時間、および、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値を用いた選択アルゴリズムを用いて経路を選択する経路候補選択手段と、

障害情報通知メッセージの送受信、および、前記リンク状態データベースへ障害情報を反映させる障害情報処理手段と、

障害により切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路を計算する復旧経路計算手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の分散型障害回復装置。

#### 【請求項 4】

前記経路候補選択手段は、前記コネクション設定要求処理手段が端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、使用可能帯域の最も大きな経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の分散型障害回復装置。

#### 【請求項 5】

前記経路候補選択手段は、前記コネクション設定要求処理手段が端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、遅延時間、もしくは、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の中で、最も小さな値を持つ経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の分散型障害回復装置。

#### 【請求項 6】

前記経路候補選択手段は、前記コネクション設定要求処理手段が端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、経路候補の使用可能帯域の値を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 7】

前記経路候補選択手段は、前記コネクション設定要求処理手段が端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、遅延時間、もしくは、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の逆数を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 8】

前記復旧経路計算手段が、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、最も大きな使用可能帯域の値を持つ経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3、4、5、6、7 のいずれか一に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 9】

前記復旧経路計算手段が、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、遅延時間、もしくは、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値のうち、最も小さな値を持つ経路を選択することを特徴とする請求項 3、4、5、6、7 のいずれか一に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 10】

前記経路候補選択手段が、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査した経路候補の中から、経路候補の使用可能帯域の値を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択する、ことを特徴とする請求項 3、4、5、6、7 のいずれか一に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 11】

前記経路候補選択手段が、前記経路品質検査手段によって通信品質が検査された経路候補の中から、経路候補の遅延時間もしくは、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の逆数を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択することを特徴とする請求項 3、4、5、6、7 のいずれか一に記載の分散型障害回復装置。

## 【請求項 12】

ノード間で交換するリンク状態情報に基づき、コネクション設定用の経路計算を行うコネクションオリエンティッド(Connection oriented)網において、通信中のコネクションについて、障害通知情報を受信すると、各ノードが自律的に、自ノードの保持するリンク状態データベースを参照することで、障害復旧用コネクションの経路を動的に計算し、障害により切断されたコネクションを再接続する分散型の障害回復方法において、

コネクション設定要求に対するコネクションの経路として、複数の経路候補の中から、相対的に低負荷のリンクを多く含む経路を選択することで負荷分散効果の高い経路を選び、高負荷のリンクが偏在しないようにした、ことを特徴とする分散型の障害回復方法。

【請求項 13】

障害により切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路として、複数の経路候補の中から相対的に低負荷のリンクを多く含む経路を選択することで負荷分散効果の高い復旧用のコネクション経路を選択する、ことを特徴とする請求項 12 記載の分散型障害回復方法。

【請求項 14】

端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、通信品質が検査された経路候補の中から、使用可能帯域の最も大きな経路を選択するか、遅延時間もしくはデータ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の中で最も小さな値を持つ経路を選択する、ことを特徴とする請求項 12 に記載の分散型障害回復方法。

【請求項 15】

端末から受信したコネクション要求メッセージに対するコネクションの経路として、通信品質が検査された経路候補の中から、経路候補の使用可能帯域の値を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択するか、遅延時間もしくはデータ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の逆数を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択する、ことを特徴とする請求項 12 に記載の分散型障害回復方法。

【請求項 16】



前記復旧用コネクションの経路として、通信品質を検査した経路候補の中から、最も大きな使用可能帯域の値を持つ経路を選択するか、遅延時間もしくはデータ到着間隔ゆらぎのいずれかの値のうち最も小さな値を持つ経路を選択する、ことを特徴とする請求項13に記載の分散型障害回復方法。

【請求項17】

復旧用コネクションの経路として、通信品質が検査された経路候補の中から、経路候補の使用可能帯域の値を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択するか、経路候補の遅延時間もしくはデータ到着間隔ゆらぎのいずれかの値の逆数を重みとした重み付きラウンドロビンによって経路を選択する、ことを特徴とする請求項13に記載の分散型障害回復方法。

【請求項18】

ネットワーク内で各ノードが自律的にネットワークトポロジ情報を交換し、コネクションを設定する時には、コネクションを要求した接続元端末の接続されているノード（「エントリーノード」という）が、リンク状態情報に基づき、コネクションの要求している通信品質を満足する接続先端末までの経路を動的に計算し、経路を明示的に指定するソースルーティング方式により、シグナリングを用いて回線接続を行うとともに、回線障害によって生じたコネクションの品質劣化または切断をコネクションを再接続することで回復させるネットワークシステムにおいて、

前記ノードが、ネットワークの構成およびリンク資源の使用状況を示すリンク状態情報を格納するリンク状態データベースと、

経路情報を格納する経路候補データベースと、

隣接ノードとリンク状態情報メッセージの送受信を行うリンク状態情報処理手段と、

前記リンク状態情報処理手段により起動され、前記リンク状態データベースが格納するリンク状態情報の更新処理を行うリンク状態データベース更新手段と、

前記リンク状態データベース更新手段が前記リンク状態データベースを更新した後に起動され、前記リンク状態データベースを参照して、通信する可能性のある全ての終点ノードまでの経路を計算し、その際、一つの終点ノードに対して異

なる複数の経路情報を計算し、計算された前記経路情報を前記経路候補データベースに格納する経路候補計算手段と、

端末からのコネクション要求メッセージを受信するコネクション設定要求処理手段と、

コネクション設定メッセージを終点ノードへ送信し、終点ノードまでのコネクション設定を行うコネクション設定処理手段と、

障害情報通知メッセージの送受信を行うとともに、前記リンク状態データベース更新手段を起動して障害内容を前記リンク状態データベースに反映させる障害情報処理手段と、

前記コネクション設定要求処理手段が端末からコネクション設定要求メッセージを受信した後に起動され、前記経路候補データベース、及び前記リンク状態データベースを参照して、要求された終点ノードまでの経路を計算し、その際、通信品質が検査された経路候補の中から、要求される品質を満たすとともに、負荷分散効果の最も高い経路を選択する負荷分散経路計算手段と、

前記障害情報処理手段が障害情報通知メッセージを受信した後に起動され、前記リンク状態データベースを参照して、障害部分を迂回した経路を計算する復旧経路計算手段と、

を備えたことを特徴とする分散型障害回復システム。

【請求項 19】

前記負荷分散経路計算手段が、

前記コネクション設定要求処理手段で受信したコネクション設定要求メッセージから終点ノードを検査し、前記終点ノードまでの経路候補を、前記経路候補データベースを検索することで取得し、該取得した経路候補の通信品質を前記リンク状態データベースを参照することで検査する経路品質検査手段と、

前記経路品質検査手段によって検査された経路候補の中から、要求される品質を満たすとともに、使用可能帯域、遅延時間およびデータ到着間隔ゆらぎ情報の少なくともいずれか一に基づき、負荷分散効果の最も高い経路を選択する経路候補選択手段と、

前記経路候補選択手段において、経路候補の中に要求された通信品質を満たす

経路が存在しない場合に起動され、前記リンク状態データベースを検索することで、要求品質を満たす経路を計算するオンデマンド経路計算手段と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 8 記載の分散型障害回復システム。

【請求項 2 0】

前記復旧経路計算手段が、

前記経路候補データベースを検索することで、終点ノードまでの経路候補を取得し、取得した経路候補の通信品質を、前記リンク状態データベースを参照することによって検査する経路品質検査手段と、

前記経路品質検査手段によって検査された経路候補の中から、要求される品質を満たすとともに、使用可能帯域、遅延時間およびデータ到着間隔ゆらぎ情報の少なくともいずれか一に基づき、負荷分散効果の最も高い経路を選択する経路候補選択手段と、

前記経路候補選択手段において、経路候補の中に要求された通信品質を満たす経路が存在しない場合に起動され、前記リンク状態データベースを検索することで、要求品質を満たす経路を計算するオンデマンド経路計算手段と、

を備えた負荷分散復旧経路計算手段よりなる、ことを特徴とする請求項 1 8 に記載の分散型障害回復システム。

【請求項 2 1】

前記経路候補選択手段が、負荷分散効果の高い経路の選択するにあたり、

前記複数の経路候補の中から使用可能帯域が最も大きい経路を選択する、

前記複数の経路候補の中から使用可能帯域の値を重みとする重み付きラウンドロビン又は単純なラウンドロビンによって経路を選択する、

前記複数の経路候補の中から遅延時間やデータ到着間隔ゆらぎの最も小さい経路を選択する、

前記複数の経路候補の中から遅延時間やデータ到着間隔ゆらぎの値の逆数を重みとする重みつきラウンドロビンによって経路を選択する、

のうちのいずれか一を用いる、ことを特徴とする請求項 1 9 又は 2 0 に記載の分散型障害回復システム。

【請求項 2 2】

前記リンク状態データベースが、リンク毎に、使用可能帯域、遅延時間、データ到着間隔ゆらぎの情報を備えている、ことを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 1 のいずれか一に記載の分散型障害回復システム。

【請求項 2 3】

ネットワーク内で各ノードが自律的にネットワークトポロジ情報を交換し、コネクションを設定する時には、コネクションを要求した接続元端末の接続されているノード（「エントリーノード」という）が、リンク状態情報に基づき、コネクションの要求している通信品質を満足する接続先端末までの経路を動的に計算し、経路を明示的に指定するソースルーティング方式により、シグナリングを用いて回線接続を行うとともに、回線障害によって生じたコネクションの品質劣化または切断をコネクションを再接続することで回復させるネットワークシステムにおいて、

前記ノードが、ネットワークの構成およびリンク資源の使用状況を示すリンク状態情報を格納するリンク状態データベースと、

経路情報を格納する経路候補データベースと、

を備えるとともに、

（a）隣接ノードとリンク状態情報メッセージの送受信を行うリンク状態情報処理部と、

（b）前記リンク状態情報処理部により起動され、前記リンク状態データベースが格納するリンク状態情報の更新処理を行うリンク状態データベース更新処理部と、

（c）前記リンク状態データベース更新処理が前記リンク状態データベースを更新した後に起動され、前記リンク状態データベースを参照して、通信する可能性のある全ての終点ノードまでの経路を計算し、その際、一つの終点ノードに対して異なる複数の経路情報を計算し、その結果を、前記経路候補データベースへ格納する経路候補計算処理部と、

（d）端末からのコネクション要求メッセージを受信するコネクション設定要求処理部と、

（e）コネクション設定メッセージを終点ノードへ送信し、終点ノードまでの

コネクション設定を行うコネクション設定処理部と、

(f) 障害情報通知メッセージの送受信を行うとともに、前記リンク状態データベース更新処理を起動して障害内容を前記リンク状態データベースに反映させる障害情報処理部と、

(g) 前記コネクション設定要求処理部が端末からコネクション設定要求メッセージを受信した後に起動され、前記経路候補データベース及び前記リンク状態データベースを参照して、要求された終点ノードまでの経路を計算する負荷分散経路計算処理部と、

(h) 前記障害情報処理部が障害情報通知メッセージを受信した後に起動され、前記リンク状態データベースを参照して、障害部分を迂回した経路を計算する復旧経路計算処理部と、

を備え、

前記負荷分散経路計算処理部が、

(i) 前記コネクション設定要求処理部で受信したコネクション設定要求メッセージから終点ノードを検査し、その終点ノードまでの経路候補を、前記経路候補データベースを検索することで取得し、取得した経路候補の通信品質を、前記リンク状態データベースを参照することによって検査する経路品質検査処理部と

(j) 前記経路品質検査処理部によって検査された経路候補の中から、要求される品質を満たすとともに、使用可能帯域、遅延時間およびデータ到着間隔ゆらぎ情報の少なくともいずれか一に基づき、負荷分散効果の最も高い経路を選択する経路候補選択処理部と、

(k) 前記経路候補選択手段において、経路候補の中に要求された通信品質を満たす経路が存在しない場合に起動され、前記リンク状態データベースを検索することで、要求品質を満たす経路を計算するオンデマンド経路計算処理部と、

を備え、

前記(a)乃至(k)の各処理部での処理を、前記ノードを構成するコンピュータで実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 記載の記録媒体において、

前記復旧経路計算処理部が、

(1) 前記経路候補データベースを検索することで、終点ノードまでの経路候補を取得し、取得した経路候補の通信品質を、前記リンク状態データベースを参照することによって検査する経路品質検査処理部と、

(m) 前記経路品質検査処理部によって検査された経路候補の中から、要求される品質を満たすとともに、使用可能帯域、遅延時間およびデータ到着間隔ゆらぎ情報の少なくともいずれか一に基づき、負荷分散効果の最も高い経路を選択する経路候補選択処理部と、

(n) 前記経路候補選択処理部において、経路候補の中に要求された通信品質を満たす経路が存在しない場合に起動され、前記リンク状態データベースを検索することで、要求品質を満たす経路を計算するオンデマンド経路計算処理部と

を備え、前記(1)乃至(n)の各処理部での処理を、前記ノードを構成するコンピュータで実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワークの障害回復技術に関し、特に、コネクションオリエンティッド網において、通信中のコネクションに障害が起こった場合に、ネットワーク内で自律的にコネクション復旧を行う、分散型障害回復装置及びシステムと方法並びに記録媒体に関する。

【0002】

より詳細には、本発明は、ネットワーク内で各ノードが自律的にネットワークトポロジ情報を交換し、コネクションを設定する時には、コネクションを要求した端末（接続元端末）の接続されているノード（「エントリーノード」という）が、リンク状態情報に基づき、コネクションの要求している通信品質を満足する接続先端末までの経路を動的に計算し、経路を明示的に指定するソースルーティング方式により、シグナリングを用いて回線接続を行うというプロトコルを利用する場合に、回線障害によって生じたコネクションの品質劣化または切断を、コ

ネクションを再接続することで回復する分散型障害回復装置及びシステムと方法並びに記録媒体に関する。

【 0 0 0 3 】

【従来の技術】

この種の従来の技術として、例えば文献 (The ATM Forum Technical Committee, "Private Network-Network Interface Specification Version1.0 (PNNI1.0)", af-pnni-0055.000, March, 1996) 等が参照される。

【 0 0 0 4 】

ノード間で交換しあったリンク状態情報に基づき経路計算を行うソースルーティング方式を用いて回路接続を行うプロトコルを利用した ATM (非同期転送モード) ネットワークにおいては、障害が発生したときには、ハードウェアによる障害検知または定期的に交換している制御メッセージの異常などにより障害を検知したノードから、障害情報通知メッセージがコネクションの経路に沿ってそれぞれのノードへ通知される。

【 0 0 0 5 】

障害情報通知メッセージを受信したエントリーノードは、自らが保持するリンク状態情報を参照しながら、障害リンク、または障害ノードを迂回する障害復旧用コネクションの経路を動的に計算する。

【 0 0 0 6 】

「リンク状態情報」とは、ネットワーク構成、ノード資源およびリンク資源等の使用状況を示す情報である。ここで、ノード資源は、リンク資源として表現可能であることを明記しておく。

【 0 0 0 7 】

そして、計算で得られた経路 (障害リンク、または障害ノードを迂回する障害復旧用コネクションの経路) に沿って、コネクションを再設定することにより、コネクションを回復する。

【 0 0 0 8 】

エントリーノードの保持するリンク状態データベースは、各ノードの自律的なメッセージ交換によって、その内容が更新される。その際、ノード間でのメッセ

ージの伝播には時間がかかるため、リンク状態データベースの内容と実際のリンク状態の間には、不整合が生じる場合がある。

【 0 0 0 9 】

この結果、コネクション経路計算時に参照するデータベースに格納されたリンク状態と、コネクション設定時の実リンク状態とが異なる場合がある。

【 0 0 1 0 】

そして、これらリンク状態の情報の不整合のために、コネクション設定時に、リンク資源が不足している等の理由で、コネクション設定に失敗する場合がある。その場合には、再び、エントリーノードにて経路の計算を行い、新たな経路を検索し、コネクションを設定するというリルーティング処理が行われる。

【 0 0 1 1 】

この処理は、前記文献中に記述されるPNNI（私設ノードネットワークインタフェース）ルーティングプロトコルにおいては、「クランクバック」（Crankback）と呼ばれる。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記した従来の分散障害回復装置は、下記記載の問題点を有している。

【 0 0 1 3 】

第1の問題点は、リンク資源が不均等に使用されている場合に障害が発生すると、障害回復率が低くなる、ということである。

【 0 0 1 4 】

その理由は、次の通りである。

【 0 0 1 5 】

分散型障害回復装置は、障害を検知すると同時に、それぞれが自律的に復旧用コネクションの経路を計算し、その設定を行う。リンク障害またはノード障害によって、複数のコネクションが切断される場合、複数の障害回復装置が、ほぼ同時に復旧用コネクションの設定を開始する。そして、リンク資源が不均等に使用されている場合には、極端に高負荷なリンクと、低負荷なリンクが混在すること



になる。

【 0 0 1 6 】

ここで、「高負荷なリンク」とは、具体的には、

- ・ 使用可能帯域が小さい、
- ・ 遅延時間が長い、もしくは、
- ・ データ到着間隔ゆらぎが大きい、

リンクのことをいう。

【 0 0 1 7 】

障害回復装置は、高負荷リンクを回避するように、復旧用コネクションを設定する。

【 0 0 1 8 】

しかしながら、高負荷リンクが局在する場合、それら全てを回避することが難しくなってしまう、経路の選択肢が狭まってしまう。その結果、各障害回復装置が設定しようとするコネクションが、ある特定リンクに集中してしまうことになる。すると、そのリンクのリンク資源が不足し、コネクション設定に失敗する可能性が高くなってしまう。よって、障害回復率が低くなってしまう。

【 0 0 1 9 】

第 2 の問題点は、リンク資源が不均等に使用されている場合に障害が発生すると、障害回復処理が終了するまでの時間が長くなってしまい、ということである。

【 0 0 2 0 】

その理由は、最初の障害復旧用コネクションの設定に失敗すると、別の代替経路を用いたリルーティング処理が行われる、ためである。リルーティング処理によって、経路の計算およびコネクションの設定を再びやり直すことになるため、障害回復が完了するまでの時間が長くなってしまう。

【 0 0 2 1 】

したがって本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その主たる目的は、障害回復率が高く、短時間で障害回復処理を実行できる分散障害回復装置及び方法並びに記録媒体を提供することである。これ以外の本発明の目的、特

徴、利点等は、以下の実施の形態の記載等から、当業者には直ちに明らかとされるであろう。

#### 【 0 0 2 2 】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成する本発明の分散型障害回復装置は、ノード間で交換するリンク状態情報に基づき、コネクション設定用の経路計算を行うコネクションオリエンティッド(Connection oriented)網において、通信中のコネクションに関し、障害通知情報を受信すると、各ノードが自律的に、自ノードの保持するリンク状態データベースを参照することで、障害復旧用コネクションの経路を動的に計算し、障害により切断されたコネクションを再接続する分散型障害回復装置において、通常時に設定されるコネクションの経路として、複数経路候補の中から相対的に負荷が小さな経路を、相対的に高い確率で選択する負荷分散経路計算手段を備えている。

#### 【 0 0 2 3 】

また本発明は、障害により切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路として、複数の経路候補の中から相対的に負荷が小さな経路を、相対的に高い確率で選択する負荷分散復旧経路計算手段を備えている。

#### 【 0 0 2 4 】

さらに、本発明は、端末からのコネクション要求メッセージを受信するコネクション設定要求処理手段と、ネットワークの構成およびリンク資源の使用状況を示すリンク状態情報を格納するリンク状態データベースと、前記リンク状態データベースの内容を更新するリンク状態データベース更新手段と、前記リンク状態データベースを参照しながら、通信する可能性のある終点ノードに対して、複数の経路候補を計算する経路候補計算手段と、前記経路候補計算手段によって得られた経路候補の情報を格納する経路候補データベースと、前記経路候補データベースに格納された経路候補から、要求された終点ノードまでの経路候補を検索し、前記経路候補の通信品質を検査する経路品質検査手段と、前記経路品質検査手段によって通信品質を検査した経路候補から、使用可能帯域、遅延時間、および、データ到着間隔ゆらぎのいずれかの値を用いた選択アルゴリズムを用いて経路

を選択する経路候補選択手段と、障害情報通知メッセージの送受信、および、前記リンク状態データベースへ障害情報を反映させる障害情報処理手段と、障害により切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路を計算する復旧経路計算手段と、を備えている。

【 0 0 2 5 】

〔発明の概要〕

本発明は、端末から要求されたコネクションの経路として、複数の経路候補から負荷分散効果の高い経路を選択する負荷分散経路計算手段（図 1 の 5）を備え、負荷の低い経路へとコネクションを設定することで、高負荷リンクができるかぎり局在しないように、リンク資源を使用する。

【 0 0 2 6 】

ここで、負荷分散効果の高い経路とは、低負荷のリンクを多く含む経路のことである。

【 0 0 2 7 】

このような構成を採用し、障害発生前のネットワーク中に高負荷リンクができるかぎり局在しないようにすることで、各分散型障害回復装置が復旧用コネクションに使用できる経路の選択肢を増やすことができる。

【 0 0 2 8 】

すると、各分散型障害回復装置が同時に障害回復を行う際、検査リンクにコネクション設定が集中してしまう、という問題を解消することができ、本発明の目的を達成することができる。

【 0 0 2 9 】

さらに、本発明によれば、負荷分散復旧経路計算手段（図 3 の 1 1）により、障害復旧用コネクションの経路として、負荷分散効果の高い経路を選択することにより、特定のリンクに復旧用コネクションが集中してしまう、という問題を解消する、ことができ、本発明の目的を達成することができる。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。前述した

分散型障害回復装置と相違して、本発明は、通常時に設定されたコネクションがリンク資源を均等に使用するための負荷分散装置を備えている。

【 0 0 3 1 】

[実施の形態 1]

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る装置の基本構成を示すブロック図である。図 1 を参照すると、本発明の第 1 の実施の形態は、リンク状態情報処理手段 1 と、コネクション設定要求処理手段 2 と、コネクション設定処理手段 3 と、障害情報処理手段 4 と、負荷分散経路計算手段 5 と、復旧経路計算手段 6 と、データベース更新手段 7 と、リンク状態データベース 8 と、経路候補計算手段 9 と、経路候補データベース 1 0 と、を備えて構成されている。

【 0 0 3 2 】

これらの手段は、それぞれ概略次のように動作する。

【 0 0 3 3 】

リンク状態データベース 8 は、ネットワークの構成およびリンク資源の使用状況を示すリンク状態情報を格納している。

【 0 0 3 4 】

経路候補データベース 1 0 は、通信する可能性のある全ての終点ノードまでの経路を格納する。1 つの終点ノードに対して異なる複数の経路情報が格納される。ここで「経路情報」とは、経路が経由する全ノードもしくはリンクを明示する情報である。

【 0 0 3 5 】

リンク状態情報処理手段 1 は、隣接ノードと、リンク状態情報メッセージの送受信を行う。

【 0 0 3 6 】

リンク状態データベース更新手段 7 は、リンク状態情報処理手段 1 がリンク状態情報メッセージを受信した後、および、障害情報処理手段 4 が障害情報通知メッセージを受信した後に起動され、リンク状態データベース 8 が格納する内容の更新処理を行う。

【 0 0 3 7 】

経路候補計算手段 9 は、リンク状態データベース更新手段 7 が、リンク状態データベース 8 の更新処理を行った後に起動され、リンク状態データベース 8 を参照しながら、通信する可能性のある全ての終点ノードまでの経路を計算し、その結果を、経路候補データベース 1 0 へ格納する。経路候補計算手段 9 では、1 つの終点ノードに対して、複数の経路候補が計算される。計算される複数の経路候補としては、負荷が分散するように、それぞれの経路が経由するノードやリンクを互いに共有しないことが望ましい。

【 0 0 3 8 】

コネクション設定要求処理手段 2 は、端末からのコネクション要求メッセージを受信する。

【 0 0 3 9 】

コネクション設定処理手段 3 は、コネクション設定メッセージを終点ノードへ送信し、終点ノードまでのコネクション設定を行う。

【 0 0 4 0 】

障害情報処理手段 4 は、障害情報通知メッセージの送受信を行う。また、障害情報処理手段 4 は、障害情報通知メッセージを受信した時には、リンク状態データベース更新手段 7 を起動して、障害情報の内容をリンク状態データベース 8 に反映させる。

【 0 0 4 1 】

負荷分散経路計算手段 5 は、コネクション設定要求処理手段 2 が、端末からコネクション設定要求メッセージを受信した後に起動され、経路候補データベース 1 0 もしくはリンク状態データベース 8 を参照しながら、要求された終点ノードまでの経路を計算する。

【 0 0 4 2 】

復旧経路計算手段 6 は、障害情報処理手段 4 が、障害情報通知メッセージを受信した後に起動され、リンク状態データベース 8 を参照しながら、障害部分を迂回した経路を計算する。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、図 1 に示した本発明の第 1 の実施の形態における負荷分散経路計算手

段 5 の構成を詳細に示したブロック図である。

【 0 0 4 4 】

図 2 を参照すると、負荷分散経路計算手段 5 は、経路品質検査手段 5 1 と、経路候補選択手段 5 2 と、オンデマンド経路計算手段 5 3 と、を備えて構成される。

【 0 0 4 5 】

これらの手段は、それぞれ概略次のように動作する。

【 0 0 4 6 】

経路品質検査手段 5 1 は、コネクション設定要求処理手段 2 が端末からコネクション設定要求メッセージを受信した後に起動される。起動された経路品質検査手段 5 1 は、まず、コネクション設定要求メッセージから終点ノードを検査し、その終点ノードまでの経路候補を、経路候補データベース 1 0 を検索することで取得する。

【 0 0 4 7 】

次に、取得した経路候補の通信品質を、リンク状態データベース 8 を参照することによって検査する。

【 0 0 4 8 】

経路候補選択手段 5 2 は、経路品質検査手段 5 1 によって検査された経路候補の中から、要求される品質を満たし、かつ、負荷分散効果の最も高い経路を選択する。

【 0 0 4 9 】

負荷分散効果の高い経路の選択方法としては、

- ・経路候補の中から使用可能帯域が最も大きい経路を選ぶ方法や、
  - ・使用可能帯域の値を重みとする、重み付きラウンドロビン方式もしくは単純なラウンドロビン方式などによって、経路を選択する方法、
- などが用いられる。

【 0 0 5 0 】

重み付きラウンドロビン方式では、要求品質を満たす全ての経路が選択可能であるが、使用可能帯域の比に応じて経路を選択するため、使用可能帯域の大きい

経路が選択されやすくなる。

【 0 0 5 1 】

また、

- ・ 要求される通信品質を満たす経路候補の中から、遅延時間やデータ到着間隔ゆらぎの最も小さい経路を選択する方法、あるいは、
  - ・ 遅延時間やデータ到着間隔ゆらぎの値の逆数を重みとする重みつきラウンドロビンで経路を選択する方法、
- を用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

オンデマンド経路計算手段 5 3 は、経路候補選択手段 5 2 において、経路候補の中に要求された通信品質を満たす経路が存在しない場合に起動され、リンク状態データベース 8 を検索することで、要求品質を満たす経路を計算する。

【 0 0 5 3 】

次に、図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態の全体の動作について詳細に説明する。

【 0 0 5 4 】

以下では、

- ・ 隣接ノードからリンク状態情報メッセージを受信した場合、
  - ・ 端末からコネクション設定要求メッセージを受信した場合、および、
  - ・ 隣接ノードから障害情報通知メッセージを受信した場合、
- の 3 つの場合について、それぞれ説明する。

【 0 0 5 5 】

まず、隣接ノードからリンク状態情報メッセージを受信した場合について説明する。

【 0 0 5 6 】

リンク状態情報処理手段 1 は、隣接ノードから受信したリンク状態情報メッセージが、自ノードのリンク状態データベース 8 の格納情報と異なり、更新する必要があると判断した場合、リンク状態データベース更新手段 7 により、リンク状態データベース 8 の格納情報を更新する。

【 0 0 5 7 】

そして更に、受信したリンク状態情報メッセージを他ノードへ転送する必要がある場合、リンク状態情報処理手段 1 は、受けたリンク状態情報メッセージを、隣接ノードへフラディングする。

【 0 0 5 8 】

上記処理を、各ノードにて、順次行うことにより、最終的にネットワーク内の全てのノードは、ネットワーク全体のリンク状態情報をそれぞれのノードのリンク状態データベース 8 に保持することになる。

【 0 0 5 9 】

また、リンク状態データベース更新手段 7 は、リンク状態データベース 8 の更新に伴い、経路候補データベース 1 0 を更新する必要があると判断した場合、経路候補計算手段 9 を起動する。

【 0 0 6 0 】

経路候補計算手段 9 は、更新されたリンク状態データベース 8 を参照しながら、通信する可能性のある全ての終点ノードへの経路候補を計算する。経路候補計算手段 9 において、経路候補は、1つの終点ノードに対して、複数計算される。計算された経路候補情報は経路候補データベース 1 0 に格納される。

【 0 0 6 1 】

次に、端末からコネクション設定要求メッセージを受信した場合について説明する。

【 0 0 6 2 】

端末から発信されたコネクション設定要求メッセージを、コネクション設定要求処理手段 2 が受信すると、経路品質検査手段 5 1 が起動される。

【 0 0 6 3 】

経路品質検査手段 5 1 は、コネクション設定要求メッセージから、終点ノードを特定し、その終点ノードへの経路候補を、経路候補データベース 1 0 から取得する。そして、これら経路候補の通信品質を、リンク状態データベース 8 を検索することで、検査する。

【 0 0 6 4 】



次に、経路候補選択手段 5 2 が、コネクション設定要求メッセージで特定される要求品質を満たし、かつ、負荷分散効果の高い経路を、経路品質検査手段 5 1 によって通信品質が検査された経路候補の中から、選択する。

【 0 0 6 5 】

経路候補選択手段 5 2 によって、該当する経路が計算された場合、その経路情報を、コネクション設定処理手段 3 へ渡し、コネクション設定を開始する。

【 0 0 6 6 】

経路候補選択手段 5 2 において、該当する経路が存在しなかった場合、オンデマンド経路計算手段 5 3 により、要求品質を満たす経路を計算する。

【 0 0 6 7 】

最後に、隣接ノードから障害情報通知メッセージを受信した場合について説明する。

【 0 0 6 8 】

障害情報通知メッセージを障害情報処理手段 4 が受信すると、障害情報処理手段 4 は、リンク状態データベース更新手段 7 を起動して、障害情報の内容をリンク状態データベース 8 に反映させる。

【 0 0 6 9 】

次に、復旧経路計算手段 6 が、障害情報を反映させたリンク状態データベース 8 を参照して、障害部分を迂回した障害復旧用コネクション経路を計算する。得られた経路情報をコネクション設定処理手段 3 へ渡し、コネクション設定を開始する。

【 0 0 7 0 】

次に、本発明の第 1 の実施の形態の作用効果について説明する。

【 0 0 7 1 】

本発明の第 1 の実施の形態では、端末からコネクション設定を要求されたときに、負荷分散経路計算手段 5 が負荷分散効果の高い経路を選択するため、リンク資源を均等に使用することが可能となる。その結果、障害発生時に、高負荷リンクが存在しないため、復旧用コネクションのために使用できる経路の選択肢が増える。リンク障害またはノード障害に対して、複数のコネクションが切断される

場合、複数の障害回復装置がほぼ同時に復旧用コネクションの設定を行うが、本発明の第 1 の実施の形態においては、復旧用コネクションの選択肢が多いため、ある特定のリンクにコネクション設定が集中することが少なくなり、コネクション設定の失敗が少なくなる。

【 0 0 7 2 】

本発明の第 1 の実施の形態において、リンク状態情報処理手段 1 と、コネクション設定要求処理手段 2 と、コネクション設定処理手段 3 と、障害情報処理手段 4 と、復旧経路計算手段 6 と、データベース更新手段 7 と、経路候補計算手段 9 、及び、負荷分散経路計算手段 5 を構成する経路品質検査手段 51、経路候補選択手段 52、オンデマンド経路計算手段 53 は、分散型障害回復装置（ノード）を構成するコンピュータ上で実行されるプログラムによりその制御処理・機能を実現することができる。この場合、該プログラムを記録した記録媒体（CD-ROM、DVD（Digital Versatile Disk）、HDD（ハードディスク）、FD（フロッピーディスク）、磁気テープ、半導体メモリ等）から該プログラムをコンピュータに読み出し実行することで、あるいはサーバ装置等から有線又は無線通信媒体を介して該プログラムをコンピュータにダウンロードしインストール後に該プログラムを実行することで、本発明を実施することができる。

【 0 0 7 3 】

【実施例】

次に、具体的な実施例を用いて本発明の第 1 の実施の形態の動作を説明する。

【 0 0 7 4 】

〔実施例 1〕

図 4 は、本発明の一実施例を説明するための図であり、ATM ネットワークにおけるノードの接続状況の一例が示されている。

【 0 0 7 5 】

図 4 に示されるように、

- ・リンク 131 はノード 121 とノード 122 を接続し、
- ・リンク 132 はノード 121 とノード 123 を接続し、
- ・リンク 133 はノード 121 とノード 124 を接続し、

- ・リンク134はノード122とノード124を接続し、
- ・リンク135はノード123とノード124を接続する。

【 0 0 7 6 】

また、端末141がノード121に接続し、端末142がノード124に接続している。

【 0 0 7 7 】

まず、図4に示されるA T Mネットワークにおいて、あるノードが経路候補を計算する例について、図5を用いて説明する。

【 0 0 7 8 】

図5には、図4で示されるA T Mネットワークにおいて、ノード121が、ノード124に対する経路候補として計算した、3本の経路候補の一例が示されている。

【 0 0 7 9 】

- ・経路候補151はノード121、122および124を経由し、
- ・経路候補152はノード121および124を経由し、
- ・経路候補153はノード121、123および124を経由する。

【 0 0 8 0 】

経路候補151、152および153は、例えば、ダイクストラ (Dijkstra) のアルゴリズムを複数回用いることで計算される。ダイクストラのアルゴリズムにより、最小コストの経路を計算することができる。

【 0 0 8 1 】

リンクのコストを「1」とした場合、ノード121からノード124への最小コスト経路として、経路候補151が求まる。

【 0 0 8 2 】

次に、経路候補151に含まれるリンク133を取り除いた第1の縮退ネットワークにおいて、最小コスト経路を計算すると、例えば、経路候補152が求まる。

【 0 0 8 3 】

さらに、第1の縮退ネットワークから、経路候補152に含まれるリンク131および134を取り除いた第2の縮退ネットワークにおいて、最小コスト経路を計算すると、経路候補153が求まる。

【 0 0 8 4 】

求められた経路候補の情報は、経路候補データベース 1 0 に格納される。また、例えば、ベルマン-フォード (Bellman-Ford) のアルゴリズムを用いることで、複数の経路候補を求めることもできる。

【 0 0 8 5 】

次に、図 4 で示される A T M ネットワークにおいて、あるノードが端末からコネクション設定要求メッセージを受信した場合の動作について、図 2 および図 6 を用いて説明する。

【 0 0 8 6 】

本実施例では、通信品質を表すパラメータとして、

- ・使用可能帯域と、
- ・遅延時間と、
- ・データ到着時間ゆらぎと、

を考慮する場合について説明する。

【 0 0 8 7 】

経路の使用可能帯域は、経路に含まれるリンク上の使用可能帯域のうち、最も小さい値で定義される。

【 0 0 8 8 】

また、経路の遅延時間およびデータ到着時間ゆらぎは、経路に含まれるリンク上の遅延時間の合計で定義される。

【 0 0 8 9 】

今、端末 141 - 端末 142 間で、最大 30Mbps の帯域を使用し、遅延時間 15msec 以下、データ到着間隔ゆらぎ 15msec 以下のコネクションを設定するために、端末 141 がノード 121 に対してコネクション設定要求メッセージを送信したとする。

【 0 0 9 0 】

コネクション設定要求メッセージを受信したノード 121 は、経路品質検査手段 5 1 を起動し、端末 142 が接続するノード 124 への経路候補 151、152 および 153 を経路候補データベース 1 0 から取得したのち、リンク状態データベース 8 を検索することで、それぞれの経路候補の通信品質を検査する。

【 0 0 9 1 】

図 6 ( a ) の表 161 は、ノード 121 が保持するリンク状態データベース 8 の内容の一例を示している。リンク状態データベース 8 は、リンク毎に、使用可能帯域、遅延時間、データ到着間隔ゆらぎの情報を備えている。

【 0 0 9 2 】

図 6 ( a ) を参照すると、経路候補 151 に含まれるリンク ( a、b ) および ( b、d ) の使用可能帯域は、それぞれ 50Mbps および 40Mbps であることがわかる。

【 0 0 9 3 】

経路の使用可能帯域は、経路に含まれるリンク上の使用可能帯域のうち最も小さい値であるため、経路品質検査手段 51 により、経路候補 151 の使用可能帯域は 40Mbps であることがわかる。

【 0 0 9 4 】

また、リンク ( a、b ) およびリンク ( b、d ) の遅延時間は、それぞれ 5msec および 10msec であることがわかる。

【 0 0 9 5 】

経路の遅延時間は、経路に含まれるリンク上の遅延時間の合計値であるため、候補経路 151 の遅延時間は 15msec であることがわかる。

【 0 0 9 6 】

また、リンク ( a、b ) およびリンク ( b、d ) のデータ到着間隔ゆらぎは、それぞれ 2msec および 1msec であることがわかる。

【 0 0 9 7 】

経路のデータ到着間隔ゆらぎは、経路に含まれるリンク上のデータ到着間隔ゆらぎの合計値であるため、候補経路 151 のデータ到着間隔ゆらぎは 3msec であることがわかる。

【 0 0 9 8 】

同様にして、経路候補 152 の使用可能帯域、遅延時間、およびデータ到着間隔ゆらぎは、それぞれ 25Mbps、3msec、および 1msec になる。

【 0 0 9 9 】

また、経路候補 153 の使用可能帯域、遅延時間およびデータ到着間隔ゆらぎは

それぞれ、70Mbps、11msec、および5msecになる。

【 0 1 0 0 】

図 6 ( b ) の表171は、経路候補151、152および153の通信品質をまとめたものである。

【 0 1 0 1 】

つまり、経路品質検査手段51は、経路候補データベースから選択した経路候補の通信品質を、リンク状態データベース 8 ( 図 6 ( a ) の表161) を参照することで、図 6 ( b ) の表171に示すように求める。

【 0 1 0 2 】

コネクションが必要とする通信品質は、帯域が 30Mbps、遅延時間が15msec、データ到着遅延ゆらぎが15msecであるが、経路候補152は使用可能帯域が25Mbpsしかないため、要求品質を満たさない。

【 0 1 0 3 】

よって、経路候補選択手段52は、候補経路151もしくは候補経路153のいずれか一方を選択する。

【 0 1 0 4 】

負荷分散経路として、使用可能帯域の最も大きな経路を選択する場合、経路候補151が選択される。

【 0 1 0 5 】

また、使用可能帯域を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補151もしくは経路候補153が、それぞれ40 : 70の割合で選択される。

【 0 1 0 6 】

負荷分散経路として、遅延時間の最も小さな経路を選択する場合、経路候補153が選択される。

【 0 1 0 7 】

また、遅延時間の値の逆数を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補151もしくは経路候補153が、それぞれ1/15 : 1/11の割合で選択される。

【 0 1 0 8 】

負荷分散経路として、データ到着間隔ゆらぎの最も小さな経路を選択する場合、経路候補151が選択される。

【 0 1 0 9 】

また、データ到着間隔ゆらぎの値の逆数を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補151もしくは経路候補153が、それぞれ1/3 : 1/5の割合で選択される。

【 0 1 1 0 】

〔実施の形態2〕

次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。図3は、本発明の第2に実施の形態の構成を示す図である。

【 0 1 1 1 】

図3を参照すると、本発明の第2の実施の形態は、前記第1の実施の形態における復旧経路計算手段6の代わりに、負荷分散復旧経路計算手段11を備えている。

【 0 1 1 2 】

負荷分散復旧経路計算手段11は、経路品質検査手段111と、経路候補選択手段112と、オンデマンド経路計算手段113とから構成される。経路品質検査手段111は、障害情報処理手段4によって起動され、経路候補データベース10に格納された経路情報から、要求された終点ノードまでの経路候補を検索し、経路候補の品質を検査し、経路候補選択手段112は、経路候補の中から、負荷分散効果の高い経路を選択し、選択した経路をコネクション設定処理手段に送出する。

【 0 1 1 3 】

負荷分散復旧経路計算手段11の経路品質検査手段111と、経路候補選択手段112と、オンデマンド経路計算手段113は、それぞれ、負荷分散経路計算手段5の経路品質検査手段51と、経路候補選択手段52と、オンデマンド経路計算手段53とその構成は、等しいため、説明を省略する。

【 0 1 1 4 】

本発明の第2の実施の形態において、リンク状態情報処理手段1と、コネクシ

ョン設定要求処理手段2と、コネクション設定処理手段3と、障害情報処理手段4と、データベース更新手段7と、経路候補計算手段9と、負荷分散経路計算手段5を構成する経路品質検査手段51、経路候補選択手段52、オンデマンド経路計算手段53、及び、負荷分散復旧経路計算手段11を構成する経路品質検査手段111、経路候補選択手段112、オンデマンド経路計算手段113は、分散型障害回復装置（ノード）を構成するコンピュータ上で実行されるプログラムによりその制御処理・機能を実現することができる。この場合、該プログラムを記録した記録媒体（CD-ROM、DVD（Digital Versatile Disk）、HDD（ハードディスク）、FD（フロッピーディスク）、磁気テープ、半導体メモリ等）から該プログラムをコンピュータに読み出し実行することで、あるいはサーバ装置等から有線又は無線通信媒体を介して該プログラムをコンピュータにダウンロードしインストール後に該プログラムを実行することで、本発明を実施することができる。

【0115】

〔実施例2〕

次に、具体的な実施例を用いて本発明の第2の実施の形態の動作を説明する。

【0116】

今、図4に示したATMネットワークにおいて、図7に示すようにリンク133に故障が発生し、これに伴い、ノード121からノード124へのコネクションが切断されたとする。切断されるコネクションの通信品質は、要求帯域30Mbps、遅延時間15msec以下、データ到着間隔15msec以下とする。

【0117】

まず、リンク133の故障を通知する障害情報通知メッセージをノード121の障害情報処理手段4が受信すると、リンク状態データベース更新手段7により、リンク状態データベースの内容を、図8（a）の表181で示されるように、リンク（a、d）の使用可能帯域を0 Mbpsに、遅延時間を $\infty$ msec（ $\infty$ は無限大を表す）に、データ到着間隔ゆらぎを $\infty$ msecに変更する。

【0118】

次に、経路品質検査手段111が、経路候補データベース10を検索することで、ノード124への経路候補として、経路候補151、152および153を取得する。



【 0 1 1 9 】

そして、図 8 ( a ) の表 181 に示したリンク状態データベース 8 を検索することで、それぞれの経路候補の通信品質を検査する。

【 0 1 2 0 】

図 8 ( a ) の表 181 を参照すると、経路候補 151 に含まれる、リンク ( a , b ) およびリンク ( b , d ) の使用可能帯域は、それぞれ 50Mbps および 40Mbps であることがわかる。経路品質検査手段 111 により、経路候補 151 の使用可能帯域は 40Mbps であることがわかる。

【 0 1 2 1 】

また、リンク ( a , b ) およびリンク ( b , d ) の遅延時間は、それぞれ 5msec および 10msec であることがわかる。経路の遅延時間は、経路に含まれるリンク上の遅延時間の合計値であるため、候補経路 151 の遅延時間は 15msec であることがわかる。

【 0 1 2 2 】

また、リンク ( a , b ) およびリンク ( b , d ) のデータ到着間隔ゆらぎは、それぞれ 2msec および 1msec であることがわかる。経路のデータ到着間隔ゆらぎは、経路に含まれるリンク上のデータ到着間隔ゆらぎの合計値であるため、候補経路 151 のデータ到着間隔ゆらぎは 3msec であることがわかる。

【 0 1 2 3 】

同様にして、経路候補 153 の使用可能帯域、遅延時間、およびデータ到着間隔ゆらぎは、それぞれ、70Mbps、11msec、および 5msec になる。

【 0 1 2 4 】

それに対して、経路候補 152 は、故障リンク ( a , d ) を含んでいる。

【 0 1 2 5 】

リンク故障により、リンク ( a , d ) の使用可能帯域、遅延時間、およびデータ到着間隔ゆらぎは、それぞれ、0 Mbps、 $\infty$ msec、および  $\infty$ msec に変更されているので、経路候補 152 の通信品質は、使用可能帯域 0 Mbps、遅延時間  $\infty$ msec、データ到着間隔ゆらぎ  $\infty$ msec になる。

【 0 1 2 6 】

図 8 ( b ) の表 191 は、経路候補 151、152 および 153 のそれぞれの通信品質を検査した結果を表している。

【 0 1 2 7 】

次に、経路候補選択手段 112 は、経路候補 151、152、および 153 より、切断されたコネクションの通信品質を満たす経路候補の中から、負荷分散効果の高い経路を選択する。

【 0 1 2 8 】

切断されるコネクションの通信品質は、

- ・ 要求帯域 30Mbps、
- ・ 遅延時間 15msec 以下、
- ・ データ到着間隔 15msec 以下

であり、経路候補 151 および 153 はその通信品質を満たす。

【 0 1 2 9 】

負荷分散経路として、使用可能帯域の最も大きな経路を選択する場合、経路候補 151 が選択される。

【 0 1 3 0 】

また、使用可能帯域を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補 151 もしくは経路候補 153 が、それぞれ 40 : 70 の割合で選択される。

【 0 1 3 1 】

負荷分散経路として、遅延時間の最も小さな経路を選択する場合、経路候補 153 が選択される。

【 0 1 3 2 】

また、遅延時間の値の逆数を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補 151 もしくは経路候補 153 が、それぞれ 1/15 : 1/11 の割合で選択される。

【 0 1 3 3 】

負荷分散経路として、データ到着間隔ゆらぎの最も小さな経路を選択する場合、経路候補 153 が選択される。

【 0 1 3 4 】

また、データ到着間隔の値の逆数を重みとする重み付きラウンドロビンによって経路を選択する場合、経路候補151もしくは経路候補153が、それぞれ1/3 : 1/5の割合で選択される。

【 0 1 3 5 】

本発明の第2の実施の形態の作用効果について説明する。本発明の第2の実施の形態では、負荷分散復旧経路計算手段11が、復旧用コネクションの経路として、負荷分散効果の高い経路を選択するため、復旧用コネクションを設定する際、ある特定のリンクに復旧用コネクション設定が集中することがなくなり、コネクション設定の失敗が少なくなる。

【 0 1 3 6 】

以上、本発明を上記各実施の形態等について説明したが、本発明は上記実施の形態及び実施例の構成にのみ限定されるものでなく、本願特許請求の範囲の各請求項の発明の範囲内で、当業者であれば適宜なし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。

【 0 1 3 7 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば下記記載の効果を奏する。

【 0 1 3 8 】

本発明の第1の効果は、障害回復率を高めることができる、ということである。

【 0 1 3 9 】

その理由は、本発明においては、通常時に設定されるコネクション、および障害によって切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路として、負荷分散を行う経路を選択する構成としたことにより、復旧用コネクションが検査のリンクに集中することがなくなり、復旧用コネクション設定の失敗が少なくなるためである。

【 0 1 4 0 】

本発明の第2の効果は、障害回復時間を短縮できる、ということである。

【 0 1 4 1 】

その理由は、本発明においては、復旧用コネクション設定の失敗が少なくなるため、時間のかかるリルーティング処理を実行する回数を減らす、ことができるためである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の基本構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の一実施例を説明するための図であり、A T M ネットワークの接続状況の一例を示す図である。

【図 5】

本発明の一実施例を説明するための図であり、経路候補の一例を示す図である。

【図 6】

本発明の一実施例を説明するための図であり、リンク状態データベースおよび経路品質の一例を示す図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施例を説明するための図であり、A T M ネットワークの接続状況の一例を示す図である。

【図 8】

本発明の第 2 の実施例を説明するための図であり、リンク状態データベースおよび経路品質の一例を示す図である。

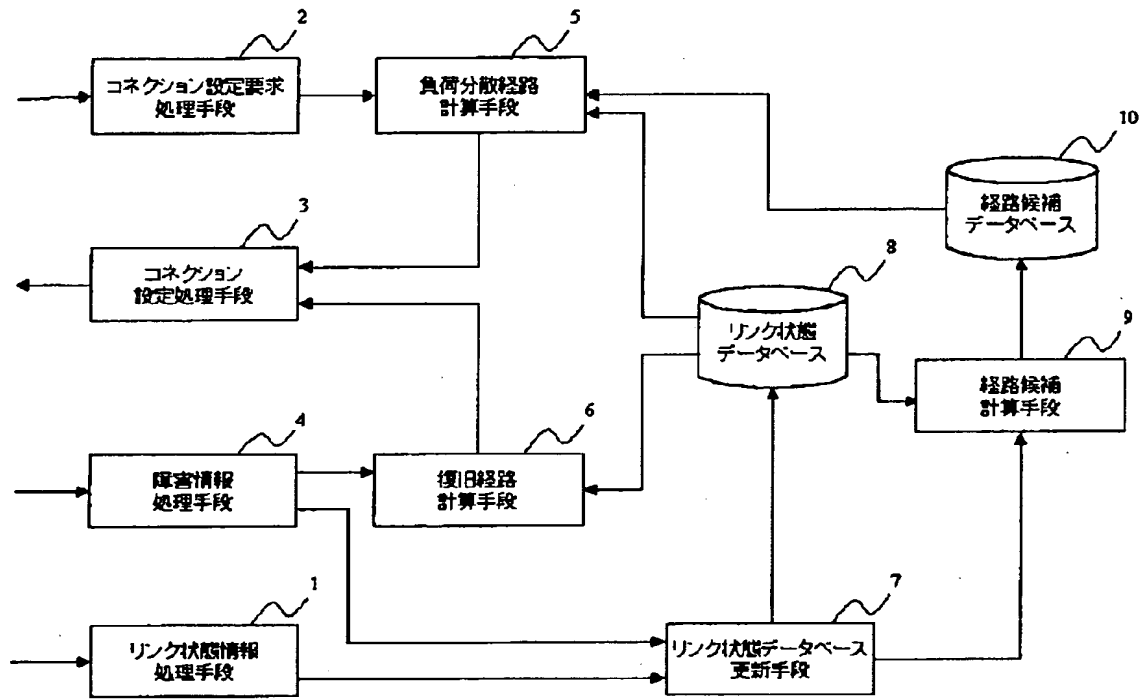
【符号の説明】

- 1 リンク状態情報処理手段
- 2 コネクション設定要求処理手段

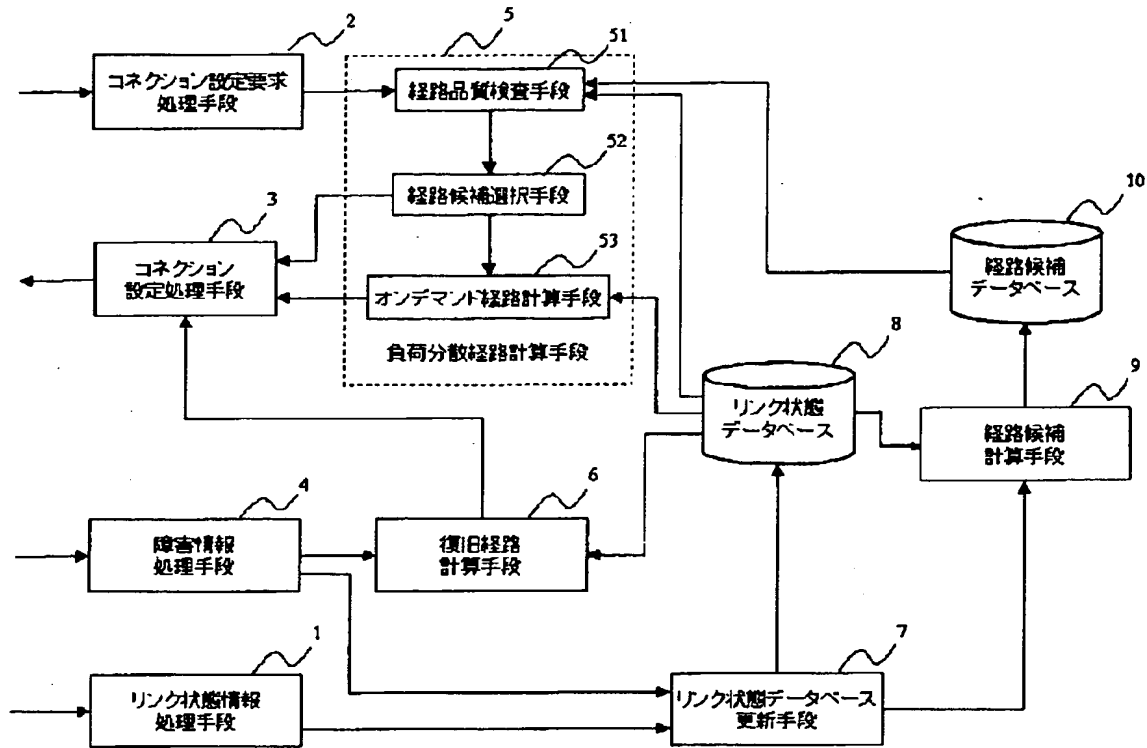
- 3 コネクション設定処理手段
- 4 障害情報処理手段
- 5 負荷分散経路計算手段
  - 5 1 経路品質検査手段
  - 5 2 経路候補選択手段
  - 5 3 オンデマンド経路計算手段
- 6 復旧経路計算手段
- 7 リンク状態データベース更新手段
- 8 リンク状態データベース
- 9 経路候補計算手段
- 10 経路候補データベース
  - 1 1 負荷分散復旧経路計算手段
    - 1 1 1 経路品質検査手段
    - 1 1 2 経路候補選択手段
    - 1 1 3 オンデマンド経路計算手段
  - 1 2 1-1 2 4 通信ノード
  - 1 3 1-1 3 5 物理リンク
  - 1 4 1、1 4 2 端末
  - 1 5 1-1 5 3 ノード1 2 1からノード1 2 4への経路候補の一例
  - 1 6 1 ノード1 2 1の保持するリンク状態データベースの一例
  - 1 7 1 ノード1 2 1において経路品質検査手段が検査する経路候補の通信品質の一例
  - 1 8 1 リンク1 3 3が障害を起こした後に、ノード1 2 1の保持するリンク状態データベースが変更される一例
  - 1 9 1 ノード1 2 1において経路品質検査手段が検査する経路候補の通信品質の一例

【書類名】 図面

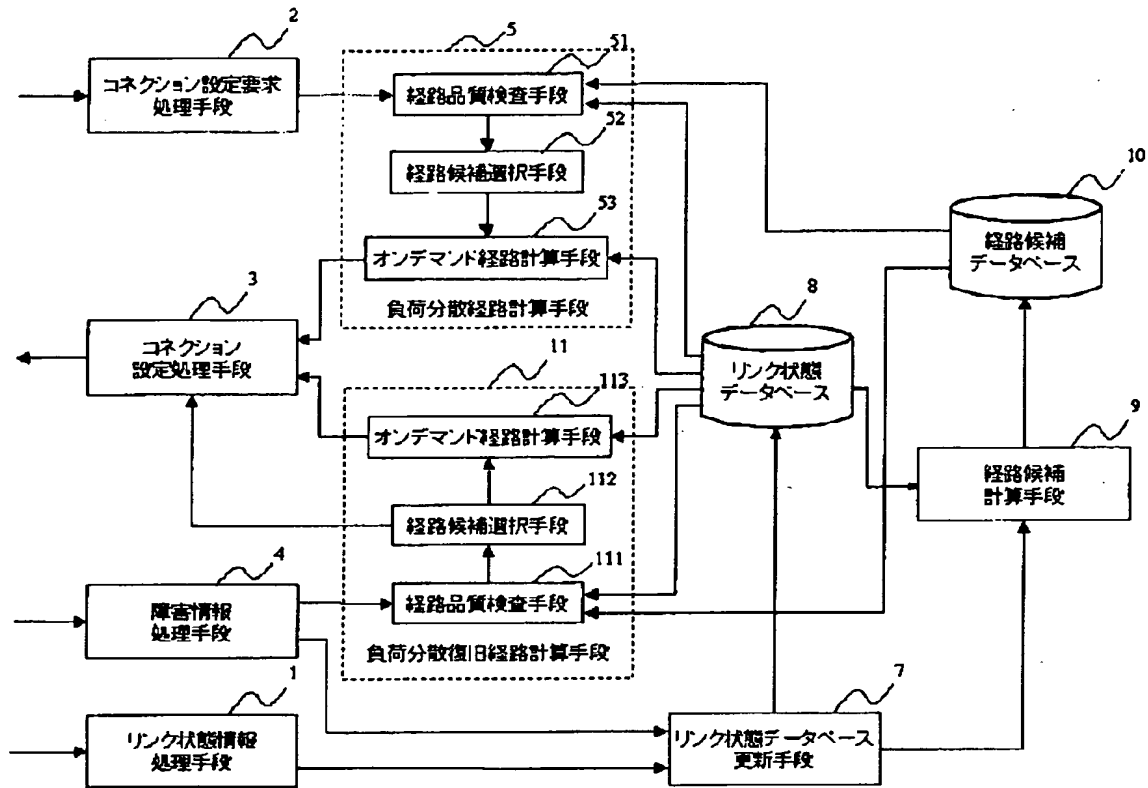
【図 1】



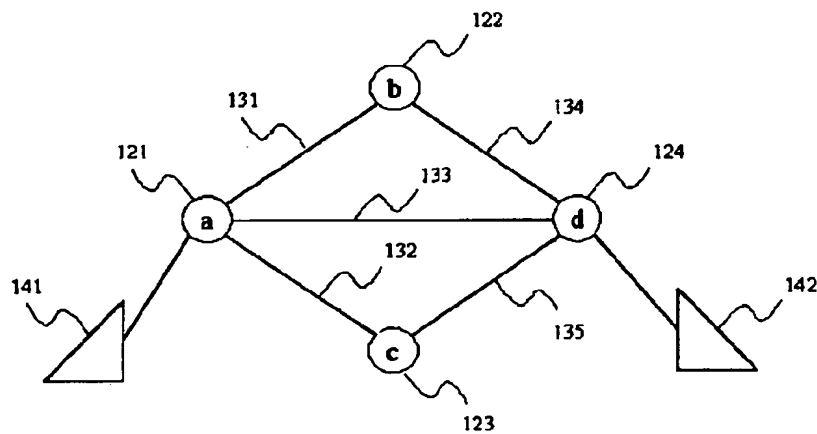
【図 2】



【図 3】

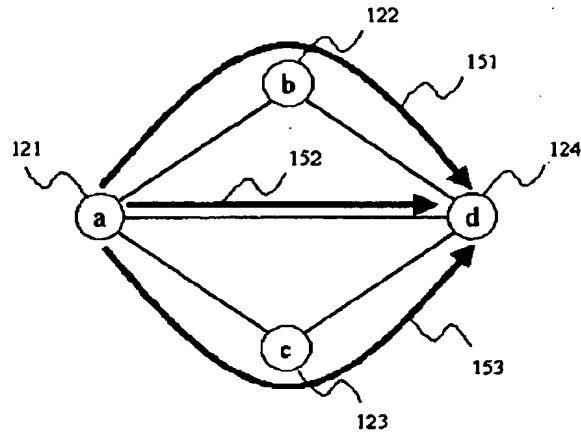


【図 4】





【図 5】



【図 6】

(a)

161

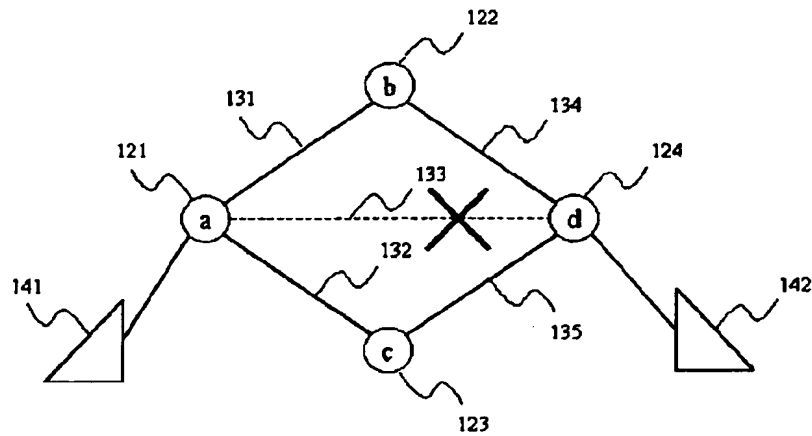
リンク	使用可能帯域	遅延時間	データ到着間隔ゆらぎ
a, b	50 Mbps	5 msec	2 msec
b, d	40 Mbps	10 msec	1 msec
a, d	25 Mbps	3 msec	1 msec
a, c	70 Mbps	6 msec	2 msec
c, d	90 Mbps	5 msec	3 msec
⋮	⋮	⋮	⋮

(b)

171

経路候補	使用可能帯域	遅延時間	データ到着間隔ゆらぎ
a, b, d	40 Mbps	15 msec	3 msec
a, d	25 Mbps	3 msec	1 msec
a, c, d	70 Mbps	11 msec	5 msec

【図 7】



【図 8】

(a)

181

リンク	使用可能帯域	遅延時間	データ到着間隔ゆらぎ
a, b	50 Mbps	5 msec	2 msec
b, d	40 Mbps	10 msec	1 msec
a, d	25 Mbps → 0 Mbps	3 msec → ∞ msec	1 msec → ∞ msec
a, c	70 Mbps	6 msec	2 msec
c, d	90 Mbps	5 msec	3 msec
⋮	⋮	⋮	⋮

(b)

191

経路候補	使用可能帯域	遅延時間	データ到着間隔ゆらぎ
a, b, d	40 Mbps	15 msec	3 msec
a, d	0 Mbps	∞ msec	∞ msec
a, c, d	70 Mbps	11 msec	5 msec

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

障害回復率が高く、短時間で障害回復処理を実行できる分散障害回復装置の提供。

【解決手段】

通常時に設定されるコネクションの経路として、負荷分散経路計算手段 5 が、候補経路データベース 1 0 より負荷分散効果の高い経路を選んでコネクション設定を行うことで、高負荷のリンクが偏在しないようにリンク資源を使用する。また、障害によって切断されたコネクションのための復旧用コネクションの経路として、負荷分散復旧経路計算手段 1 1 が、候補経路データベース 1 0 より負荷分散効果の高い経路を選んで復旧用コネクション設定を行うことで、復旧用コネクションがあるリンクに集中することを防ぐ。

【選択図】

図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社